

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-127092

(43)Date of publication of application : 11.05.1999

(51)Int.Cl.

H04B 3/54

(21)Application number : 09-292570

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 24.10.1997

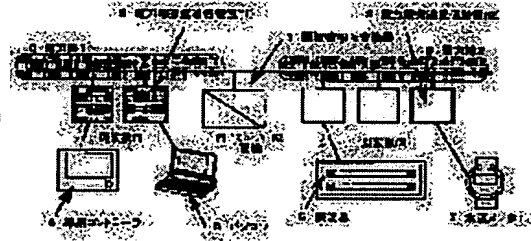
(72)Inventor : KOIZUMI YOSHIAKI  
HIGUMA TOSHIYASU  
OCHIAI YOSHIKO

(54) POWER LINE CARRIER COMMUNICATION SYSTEM, POWER LINE CARRIER COMMUNICATION EQUIPMENT USED FOR THE SYSTEM, FREQUENCY MUTUAL CONVERTER AND POWER LINE CHARACTERISTIC DETECTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a power line carrier communication system in which different frequencies are communicated even when communication is made to pluralities of power line carrier communication equipments in different carrier frequencies in matching with the frequency characteristic of power lines.

SOLUTION: The system is provided with a frequency mutual converter 1 that is placed between a power line carrier communication equipment 2 that applies narrow band modulation (phase modulation and amplitude modulation or the like) to communication data and makes communication at a frequency f1 via a power line and other power line carrier communication equipment 3 that applies narrow band modulation (phase modulation and amplitude modulation or the like) to the communication data and makes communication at a frequency f2 via a power line and communication can be executed by converting the signal in the carrier frequency f1 into the signal in the frequency f2 and the signal in the carrier frequency f2 into the signal in the frequency f1.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 05.03.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 18.02.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 それぞれの搬送周波数で電力線に信号を重畳して通信を行う2以上の電力線搬送通信装置と、上記電力線に接続され上記それぞれの搬送周波数の間で周波数変換をする周波数相互変換器とを備え、上記2以上の電力線搬送通信装置の間で通信を行うようにしたことを特徴とする電力線搬送通信システム。

【請求項2】 上記電力線搬送通信装置は、適用する電力線の特性に合わせて、搬送周波数を選択できるような選択手段を備えたことを特徴とする請求項1又は2に記載の電力線搬送通信装置システム。

【請求項3】 上記周波数相互変換器は、周波数変換の必要な送り先の電力線搬送通信装置を識別する手段を備えたことを特徴とする請求項1又は2に記載の電力線搬送通信装置システム。

【請求項4】 上記電力線搬送通信装置は、1組の電力線から電力線搬送通信用線と電源供給用線とを区別して上記電力線に接続したことを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の電力線搬送通信装置システム。

【請求項5】 電力線に信号を重畳して通信を行う電力線搬送通信装置において、適用する電力線の特性に合わせて、搬送周波数を選択できるような選択手段を設けたことを特徴とする電力線搬送通信装置。

【請求項6】 電力線に信号を重畳して通信を行う電力線搬送通信装置において、1組の電力線から電力線搬送通信用線と電源供給用線とを区別して上記電力線に接続したことを特徴とする電力線搬送通信装置。

【請求項7】 一の電力線搬送通信装置から電力線に出力された一の周波数の搬送波を受信して、他の搬送波周波数で通信している他の電力線搬送通信装置の上記周波数に変換することにより相互に通信することを可能とする周波数相互変換器。

【請求項8】 通信に利用しようとする電力線に搬送波送信機器と搬送波受信器とを接続し、測定した上記電力線のノイズとゲインとから最適な電力線搬送周波数を特定することを特徴とする電力線特性検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、電力線搬送通信装置システムとこれに用いる電力線搬送通信装置に関するものである。さらに、この電力線搬送通信装置システムを可能にするための搬送周波数の周波数相互変換器及び電力線特性検出装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】図11は、例えば特開昭62-107538号の公開特許公報に示された電力線搬送通信方式における信号周波数選定方式を示すものである。図11において、A1は主通信装置、A9は従通信装置であり、この主通信装置A1と従通信装置A9を結ぶ伝送線路としての電力線A16からなる電力線搬送通信方式を示す

図である。

【0003】さらに、図11の主通信装置A1において、A2は制御部、A3は送信部、A4は発振部、A5は送受信切替部、A6は受信部、A7は復調部、A8は受信信号強度測定部を示す。また、従通信装置A9において、A10は制御部、A11は送信部、A12は発振部、A13は送受信切替部、A14は受信部、A15は復調部、A16は家庭内電力線、A17、A18は電源押込みプラグ、A19、A20はコンセントを示す。これらの動作の詳細については、ここでは省略する。

【0004】この従来の電力線搬送通信方式によれば、未知の電力線環境（インピーダンス、ノイズ、減衰など）でも送信する信号周波数を上下に自動的に掃引または切り替えることにより、通信可能な周波数を選定し、主局と従局を同調させることで確実な通信を確保している。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】このような従来の電力線搬送通信方式の信号周波数選定方式は、主通信装置A1と従通信装置A9の1対1の構成では、主局と従局の通信周波数を同調させることが可能であるが、複数台の通信装置が設置された場合には同調させることができない。

【0006】また、通信が長距離に渡り、電力線の周波数特性が途中から変化するような場合にも、同調させることができない。さらに、信号の登りと下りで電力線の周波数特性が変化するような場合にも同調する事ができない、などの問題点があった。

【0007】この発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、その目的は異なる電力線の周波数特性上で電力線搬送通信を実現する電力線搬送通信システムを得ることである。また、これを実現するための搬送波周波数相互変換器などを得ることである。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】この発明の電力線搬送通信システムは、それぞれの搬送周波数で電力線に信号を重畳して通信を行う2以上の電力線搬送通信装置と、上記電力線に接続され上記それぞれの搬送周波数の間で周波数変換をする周波数相互変換器とを備え、上記2以上の電力線搬送通信装置の間で通信を行うようにしたことを特徴とするものである。

【0009】また、この発明の電力線搬送通信システムは、上記電力線搬送通信装置を、1組の電力線から電力線搬送通信用線と電源供給用線とを区別して上記電力線に接続したことを特徴とするものである。

【0010】次に、この発明の電力線搬送通信装置は、電力線に信号を重畳して通信を行う電力線搬送通信装置において、適用する電力線の特性に合わせて、搬送周波数を選択できるような選択手段を設けたことを特徴とするものである。

【0011】また、この発明の電力線搬送通信装置は、電力線に信号を重畳して通信を行う電力線搬送通信装置において、1組の電力線から電力線搬送信用線と電源供給用線とを区別して上記電力線に接続したことを特徴とするものである。

【0012】また、この発明の電力線搬送通信システム用の周波数相互変換器は、一の電力線搬送通信装置から電力線に出力された一の周波数の搬送波を受信して、他の搬送波周波数で通信している他の電力線搬送通信装置の10 上記周波数に変換することにより相互に通信することを可能とするものである。

【0013】また、この発明の電力線搬送通信システム用の電力線特性検出装置は、通信に利用しようとする電力線に搬送波送信機器と搬送波受信器とを接続し、測定した上記電力線のノイズとゲインとから最適な電力線搬送周波数を特定することを特徴とするものである。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照してこの発明の実施の形態について説明する。なお、図中、同一の符号はそれぞれ同一又は相当の部分を示す。

実施の形態1. 図1は、この発明の実施の形態1による電力線搬送通信システムの構成図である。図1において、1は搬送波の周波数相互変換器、2は電力線搬送通信装置であり、データを狭帯域変調（又は位相変調、振幅変調等）して周波数「f1」で電力線を介して通信を行っている。3は他の電力線搬送通信装置であり、同様に通信データを狭帯域変調（又は位相変調、振幅変調等）して周波数「f2」で電力線を介して通信を行っている。

【0015】周波数相互変換器1は、それぞれ搬送波の周波数f1と周波数f2で通信を行っている通信装置2、3間を接続する周波数相互変換器であり、周波数f1の信号をf2に変換し、周波数f2の信号をf1に変換する装置である。

【0016】また、4は電力線搬送通信装置を通信媒体として他の機器を制御する制御器としての専用コントローラであり、5は電力線搬送通信装置を通信媒体として制御される照明器である。6は同じく制御器としてのパソコンであり、7は制御される水道メータである。例えば、図1では、専用コントローラ4で照明器5のON/OFFや調光をしたり、パソコン6で水道メータ7の数値を読みとったりするシステムになっている。

【0017】また、8は電力線搬送通信装置2が接続された電力線1、9は電力線搬送通信装置3が接続された電力線2を示し、これらは相互に接続されている。中間には、周波数相互変換器1が接続されている。

【0018】このようなシステム構成とすることにより、電力線8、9に接続された機器のインピーダンス、ノイズ特性等によって、周波数特性の異なる電力線に対して容易に通信を可能にすることができる。

【0019】一般に、電力線の減衰量の周波数特性は信号の上り下りで異なる場合もあれば、電力線に接続されている機器の種類や、機器の接続位置などによっても変化する。ノイズに関しては、電力線に接続されている機器だけではなく、電力線の周辺に設置されている機器からの誘導ノイズなどの外来ノイズにより、ノイズ量に変化する。この発明の電力線搬送通信システムは、上記のような様々な周波数特性を持つ電力線の環境に合わせて、信頼性高く通信するシステム構成およびシステムを構成する各機器を提供するものである。

【0020】次に、本システムを構築する手順を説明する。図1において、電力線1（符号8）と電力線2（符号9）は周波数特性の異なる電力線を示しており、この電力線に電力線搬送通信装置2、3及び周波数相互変換装置1が接続されている。

【0021】図2はこの電力線のゲインの周波数特性であり、電力線1の方が電力線2に比べて減衰が小さいことを示している。図3は電力線上のノイズの周波数特性であり、周波数f1の周波数では電力線1の方が電力線2に比べてノイズが大きく、周波数f2の周波数では電力線2の方が電力線1に比べてノイズが大きいことを示している。

【0022】このような電力線の状態、電力線1に対して利用する周波数と電力線2に対して利用する周波数は次のようにして選択する。すなわち、周波数f1、f2に対してそれぞれ、N：ノイズレベル、TX：送出レベル、GAIN：ゲインを、(1)式に当てはめ、結果の値を算出する。この値を比較して、各電力線に対し、この値の小さい方の周波数を選択する。

【0023】

$$N - (TX + GAIN) \quad \dots\dots (1)$$

N：ノイズレベル、

TX：送出レベル

GAIN：ゲイン

【0024】例えば電力線1に対して、送出レベルを0dBとすると、図2及び図3から、周波数f1に対しては+6、周波数f2に対しては-11となり、f2が選択される。同様に電力線2に対しては、周波数f1に対しては+3、周波数f2に対しては、+25となり、f1が選択される。このようにして、電力線の周波数特性に従って、通信に利用する周波数を変更する、あるいは選択する。

【0025】図1に示した電力線搬送通信装置2、3は、後に説明するように、複数の周波数から搬送波に利用する周波数を選択できる周波数設定スイッチを有しており、これを利用して以上のような手順で周波数を選択し、電力線上で効果的な通信を行うことができる。

【0026】このようにして異なる電力線特性上で異なる周波数を使って通信した場合、従来の方法ではお互いに通信できなくなるが、この発明における周波数相互変

5

換器1によってそれぞれの電力線搬送通信装置2、3間の通信を可能にすることができる。なお、周波数相互変換器1の構成については、後述する。

【0027】図4は、この電力線搬送通信装置2の構成を示す図である。なお、電力線搬送通信装置3の構成も同様であるから、電力線搬送通信装置2によって説明する。図4に示す電力線搬送通信装置2は、マイコン10で外部インタフェース11からの情報を処理し、トランシーバ12に送信データを渡す。トランシーバ12は、受け取ったデータを電力線搬送信号に変換して結合回路13を通じて電力線1(符号8)に送出する。

【0028】またトランシーバ12が結合回路13を介して電力線搬送信号を受信すると、この受信信号をデータに変換し、マイコン10にこのデータを渡す。またこの電力線搬送通信装置2には各種設定スイッチ(SW)14があり、トランシーバ12の送受信周波数などを設定することができる。なお、15はサージ対策部品、16は電源回路である。

【0029】図5は、図4の電力線搬送通信装置2の中の、マイコン10とトランシーバ12周辺の回路構成例である。この回路構成において、送信周波数設定スイッチ17は送信するときの搬送波周波数を設定するものであり、受信周波数設定スイッチ18は受信する搬送波周波数を設定するスイッチである。

【0030】トランシーバ12は、デジタルシグナルプロセッサ(DSP)19、D/A変換器20、増幅器21で構成され、送信周波数設定スイッチ17の値に応じて、送信周波数を設定し、結合回路13を通して、電力線搬送信号を出力する。受信側は、結合回路13からの受信信号を増幅器22、A/D変換器23、デジタルシグナルプロセッサ(DSP)19により、受信周波数設定スイッチ18で指定された周波数に同期して信号を受信する。

【0031】図6は、周波数相互変換器1の回路構成例である。この回路は、送信回路24と受信回路25からなり、ともにマイコン26に接続されている。送信回路24は、デジタルシグナルプロセッサ(DSP)27、D/A変換器28、増幅器29を備えている。受信回路25は、増幅器30、A/D変換器31、デジタルシグナルプロセッサ(DSP)32を備えている。このように、送信側と受信側それぞれにデジタルシグナルプロセッサ(DSP)27、32を搭載する。

【0032】受信側のデジタルシグナルプロセッサ(DSP)32は、結合回路33から増幅器30、A/D変換器31を通して受信した受信信号の搬送周波数を検出し、その周波数と受信データをマイコン26に伝達する。マイコン26は、この周波数に従って、変換周波数設定スイッチ34で設定された周波数の信号で、電力線搬送信号を出力する。

【0033】変換周波数設定スイッチ34は、例えば、

6

100KHzスイッチと200KHzスイッチを同時に設定してあり、100KHzの搬送波を受信した場合200KHzの搬送波を送信する。逆も同様である。

【0034】以上説明したように、この実施の形態の電力線搬送通信システムによれば、複数台の電力線搬送通信装置が、電力線の周波数特性に合わせて、異なる搬送周波数で通信していても、その異なる周波数同士間の通信を行うことが可能になる。

【0035】また、電力線搬送通信装置の搬送周波数を、適用する電力線の特性に合わせて、選択できるように搬送周波数の選択手段を設けたので、最適な搬送周波数で通信することができる。

【0036】また、電力線搬送通信装置から電力線に出力される搬送波の周波数を、他の周波数で通信している電力線搬送通信装置の周波数に変換することにより相互接続を可能とする周波数相互変換器を得ることができる。

【0037】実施の形態2。図7は、この発明の実施の形態2による周波数相互変換器1の他の回路構成例である。実施の形態1では、周波数相互変換器1は、搬送波周波数を検出して変換していたが、この実施の形態2では、周波数変換の必要な送り先の電力線搬送通信装置を識別する手段を備えている。すなわち、搬送波の周波数を検知するだけでなく、送り先アドレスまで識別して、そのアドレスに従って搬送波を変換する。

【0038】図7は、図6の周波数相互変換器1の回路に中継アドレススイッチ35を設けたものであり、全ての電力線搬送通信装置のうち、搬送周波数の変換が必要な数装置のみ搬送波を変換する場合などに用いる。これにより、搬送波の電力線上のトラヒックを必要十分にすることができ、ルータとして機能させることができる。周波数相互変換器1は、送付元アドレスと中継アドレススイッチ35を比較して、一致していれば搬送波を変換して出力するような動作をする。

【0039】実施の形態3。図8は、この発明の実施の形態3による電力線特性検出装置の構成図である。実施の形態1では、電力線搬送に利用する最適な周波数を電力線のゲインとノイズから計算して求めたが、この実施の形態3では、これを容易に検出する装置を示す。

【0040】図8のように、電力線8に電力線搬送波送信器36を接続し、電力線9に電力線搬送波受信器37を接続する。そして、搬送波を送信して、図9のフローチャートに従って電力線の特性を計測する。

【0041】図9に示すように、はじめに、受信器37で、各周波数毎のノイズ量を測定する(ステップS1)。次に送信器36と受信器37の周波数を一致させて、送信器36から所望の搬送波を送信し、送信周波数のゲインを測定する(ステップS2)。

【0042】これらの測定を終了すると、電力線搬送波受信器37上で、前に測定したノイズ量とゲイン量から

演算し(ステップS3)、通信に利用するのに最適な周波数を受信器側に表示する(ステップS)。以上のようにすることで最適な周波数を選定することができる。

【0043】以上説明したように、この実施の形態によれば、電力線搬送通信に利用しようとする電力線に対して最適な電力線搬送周波数を特定し、選定することができる。

【0044】実施の形態4. 図10は、この発明の実施の形態4による電力線搬送通信システムの他の構成の部分図である。この実施の形態4では、電力線搬送通信装置2において、1組の電力線から電力線搬送通信用線と電源供給用線とを区別して接続する。すなわち、図10に示すように、電力線A(符号38)と電源回路27とを接続して電力供給用電力線とし、電力線B(符号39)と結合回路24とを接続して電力線搬送通信用電力線とし、両者を分ける構成とする。

【0045】これにより図10(a)に示すように、電力線Bを電力線搬送通信専用とし、電力線Aを電力供給専用とすることで、電力線Bがブレーカなどにより切断された場合でも、通信はできないが、電源は供給されているため、制御機器4の状態を読みとることができ、通信側が復帰したときにその状態を通信することが可能になる。

【0046】また、通信に使用しようとする電力線の相が異なる場合にも有効である。電力線A側を電力供給用とし、通信に利用したい側を電力線搬送通信用に接続すればよい。

【0047】さらに、図10(b)に示すように、電力線Aを電力供給専用とし、無停電電源などのバッテリー装置40を設置し、電力線Bを電力線搬送通信専用とし、電力線Aと電力線Bとに分けることにより、電源供給用の電力線がブレーカなどで切断された場合にも通信することが可能になる。

【0048】以上説明したように、この実施の形態4によれば、1組の電力線のうち、1本の電力線が事故などで切断された場合にも、より容易に復旧することが可能になる。

【0049】次に、前述したこの発明における周波数相互変換器1の応用について説明する。まず、この発明の周波数相互変換器1は、外部インタフェースを装備することにより、通常の電力線搬送通信装置の機能(インタフェースに接続された機器を制御する機能)を合わせて持つことが可能である。

【0050】また、単相3線の電力線等において、異なる線間に周波数相互変換器1を接続することにより相間結合器として機能させることも可能である。

【0051】さらにまた、この発明の周波数相互変換器1は、変換用周波数設定スイッチ34を、単一周波数に設定し、周波数相互変換器1で受信した信号をそのままの周波数で送信するようにすれば、長距離伝送の際の信

号中継器(リピータ)としても利用することができる。

【0052】

【発明の効果】この発明は、以上説明したように構成されているので、以下に示すような効果を奏する。この発明によれば、電力線搬送通信システムにおいて、周波数相互変換器を設けたので、複数の電力線搬送通信装置が、電力線の周波数特性に合わせて、異なる搬送周波数で通信していても、その異なる周波数同士間の通信を行うことが可能になる。

【0053】この発明によれば、電力線搬送通信システムにおいて、さらに電力線搬送通信装置に、搬送周波数を選択できるような選択手段を備えたので、適用する電力線の特性に合わせて、最適な搬送周波数で通信することができる。

【0054】この発明によれば、電力線搬送通信システムにおいて、周波数相互変換器に、周波数変換の必要な送り先の電力線搬送通信装置を識別する手段を備えたので、搬送周波数の変換が必要な装置に対してのみ搬送波を変換することができる。

【0055】この発明によれば、電力線搬送通信システムにおいて、さらに電力線搬送通信装置を、電力線搬送通信用と電源供給用とを区別して電力線に接続したので、1組の電力線のうち、1本の電力線が事故などで切断された場合にも、より容易に復旧することが可能になる。

【0056】この発明によれば、異なる搬送波周波数で通信している複数の電力線搬送通信装置の周波数を互いに交換する周波数相互変換器が得られるので、異なる搬送周波数で通信していても、その異なる周波数同士間の通信を行うことが可能になる。

【0057】この発明によれば、通信に利用しようとする電力線に最適な電力線搬送周波数を特定する電力線特性検出装置が得られるので、電力線搬送通信に利用しようとする電力線に対して最適な電力線搬送周波数を特定し、選定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1における電力線搬送通信システムのシステム構成図である。

【図2】 この発明の実施の形態1における周波数に対する電力線のゲイン特性の図である。

【図3】 この発明の実施の形態1における周波数に対する電力線のノイズ特性の図である。

【図4】 この発明の実施の形態1における電力線搬送通信装置の回路構成図である。

【図5】 この発明の実施の形態1における電力線搬送通信装置のトランシーバとマイコン周辺の回路構成図である。

【図6】 この発明の実施の形態1における搬送周波数相互変換器のトランシーバとマイコン周辺の回路構成図である。

10

20

30

40

50

9

【図7】 この発明の実施の形態2における搬送周波数相互変換器のトランシーバとマイコン周辺の回路構成図である。

【図8】 この発明の実施の形態3における電力線の搬送波の最適周波数を測定する電力線特性検出装置の構成図である。

【図9】 この発明の実施の形態3における電力線の搬送波の最適周波数を測定するフローチャートである。

【図10】 この発明の実施の形態4における電力線搬送通信装置システムの電力線の構成図である。

【図11】 従来の信号周波数選定方式を示す構成図である。

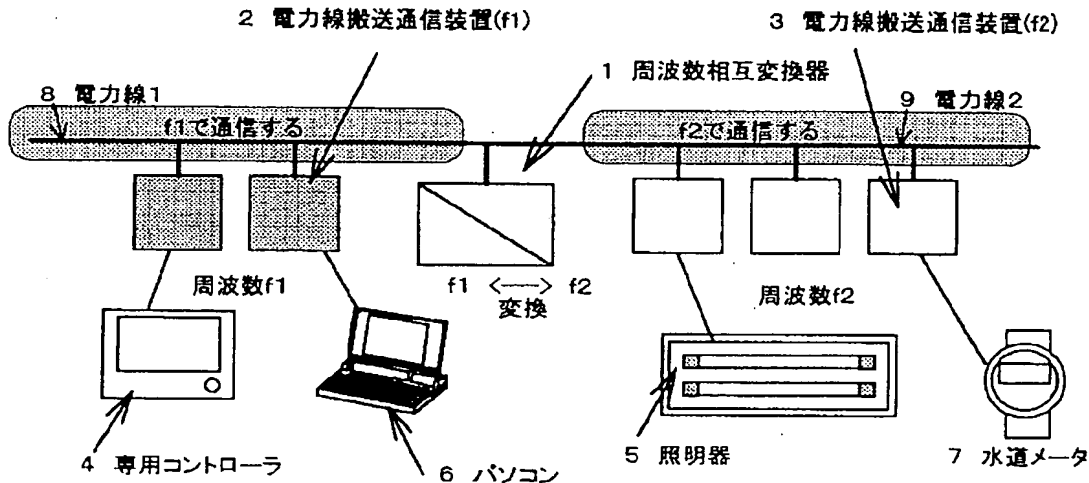
【符号の説明】

1 周波数相互変換器、2, 3 電力線搬送通信装置、

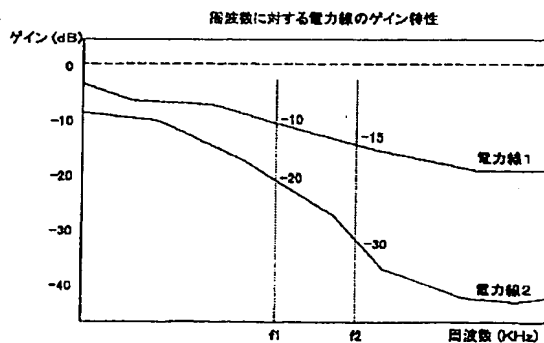
10

8 電力線1、9 電力線2、10 マイコン、11 外部インタフェース、12 トランシーバ、13 結合回路、14 各種設定スイッチ、16 電源回路、17 送信周波数設定スイッチ、18 受信周波数設定スイッチ、19 デジタルシグナルプロセッサ、20 D/A変換器、21, 22 増幅器、23 A/D変換器、24 送信回路、25 受信回路、26 マイコン、27 デジタルシグナルプロセッサ、28 D/A変換器、29, 30 増幅器、31 A/D変換器、32 デジタルシグナルプロセッサ、33 結合回路、34 変換周波数設定スイッチ、35 中継アドレススイッチ、36 電力線搬送波送信器、37 電力線搬送波受信器、38 電力線A、39 電力線B、40 バッテリ装置。

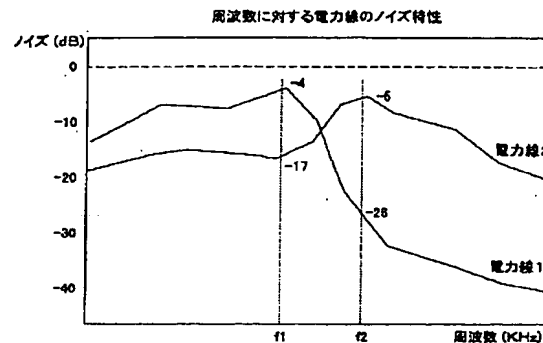
【図1】



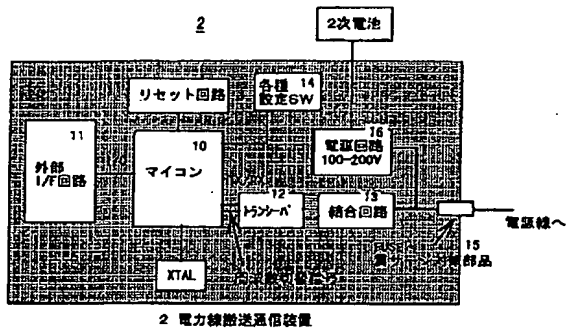
【図2】



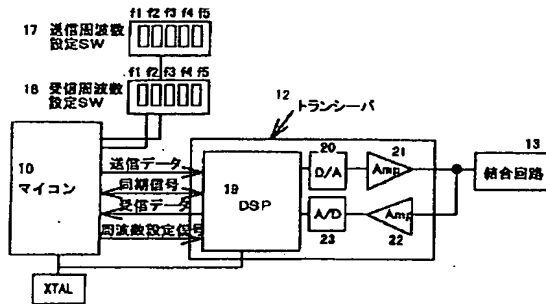
【図3】



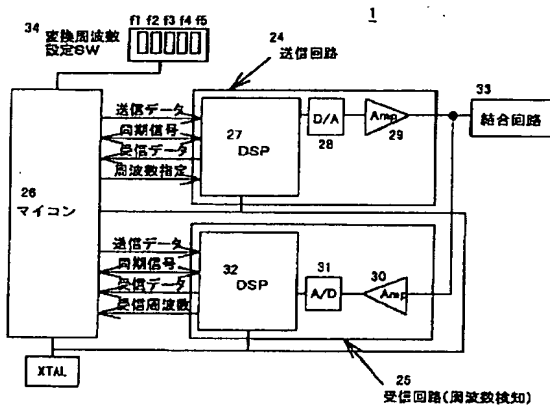
【図4】



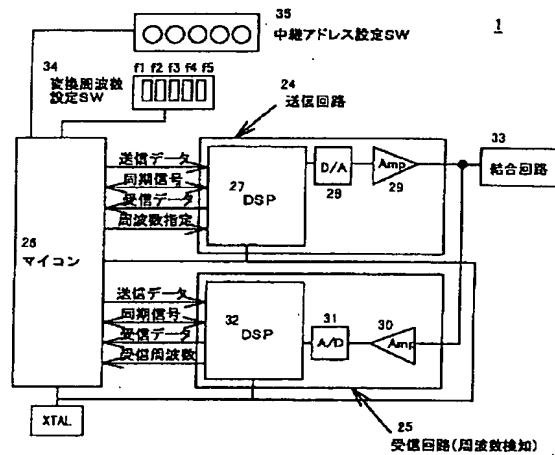
【図5】



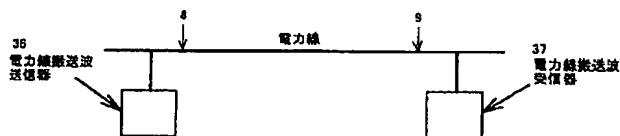
【図6】



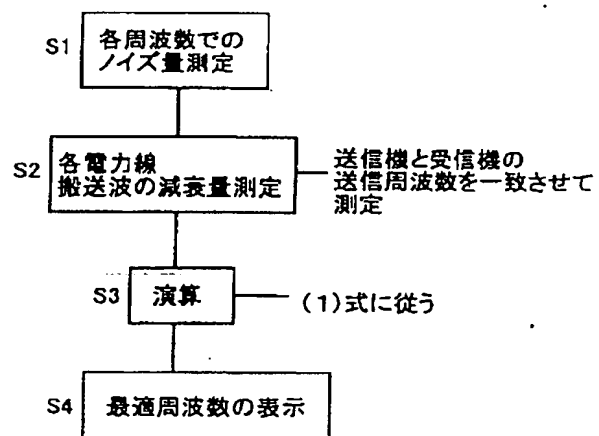
【図7】



【図8】



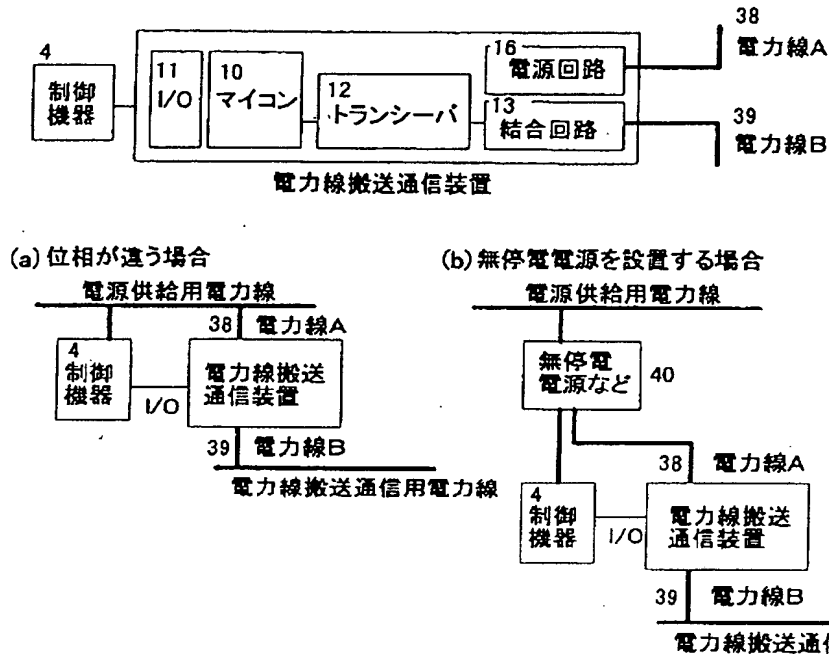
【図9】





【図10】

2



【図11】

